

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PCT/EP 00/08090  
09/830379  
1/3  
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EPO - Munich  
20

31. Aug. 2000

REC'D 05 OCT 2000
WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung

EP 00/08090  
EU

Aktenzeichen:

199 40 305.8

Anmeldetag:

25. August 1999

Anmelder/Inhaber:

Carl Zeiss Jena GmbH, Jena/DE

Bezeichnung:

Herstellungsverfahren für einen Lichtintegrator, ein  
Lichtintegrator sowie eine Verwendung desselben

IPC:

G 02 B 27/09

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. August 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*J. J. J.*

Wödschäfer

Carl Zeiss Jena GmbH  
5 (Anwaltsakte: Pat 1250/76-99)

München, den  
25. August 1999  
Fr/ja

10 Herstellungsverfahren für einen Lichtintegrator, ein Lichtintegrator sowie  
eine Verwendung desselben

Die Erfindung bezieht sich auf ein Herstellungsverfahren für einen  
Lichtintegrator sowie einen Lichtintegrator zum Homogenisieren eines in eine  
Eingangsfläche einfallenden und aus einer Ausgangsfläche ausfallenden  
15 Lichtbündels. Weiter bezieht sich die Erfindung auf eine Verwendung  
desselben.

Lichtintegratoren sind bekannt. Im Prinzip bestehen sie aus einem Körper, der  
gleichmäßig mit reflektierendem Material beschichtet ist, in den das Licht  
eingebracht wird, das dann an den reflektierenden Flächen mehrfach hin- und  
20 herreflektiert. Aufgrund der Mehrfachreflexion geht der Ursprung des Lichtes für  
die am Ausgang austretenden Lichtbündeln weitgehend verloren. Man erreicht  
damit eine homogenisierte Beleuchtungsfläche.

Man setzt Integratoren überall dort ein, wo besonders gleichmäßige  
Beleuchtungen erwünscht sind, beispielsweise in der Abbildetechnik, wo jeder  
25 abzubildende Bildanteil eine gleiche Menge Licht erhalten soll.

So wird in der EP 0 734 183 A2 ein Lichttunnel vorgeschlagen, der zwischen einer Beleuchtungsoptik und einer zu beleuchtenden LCD-Matrix eingefügt ist. Dieser sogenannte Lichttunnel ist beispielsweise ein lang gestreckter Quader, dessen gegenüberliegende Flächen beidseitig einer die  
5 Hauptfortsetzungsrichtung des Lichtes bestimmende Längsachse als Lichteintritts- und Lichtaustrittsflächen genutzt werden. Die anderen Flächen senkrecht zu der Hauptausbreitungsrichtung des Lichtes dienen als Spiegelflächen.

Weiter ist in dieser Druckschrift angegeben, daß man auch die Totalreflexion ausnutzen kann, indem dieser Quader einfach aus einem Stück glatt polierten Glases hergestellt wird und die Winkel zum Einkoppeln so gewählt werden, daß die Reflexion an den Seiten über Totalreflexion erfolgt.

Die Totalreflexion ist für diese Zwecke äußerst vorteilhaft, da dabei mit wenig Verlusten gerechnet werden muß. Die einzigen Verluste, die theoretisch bei  
15 derartigen Lichtintegratoren auftreten, werden durch Absorption des Materials verursacht, die man aber sehr weit unterdrücken kann, wenn man entsprechendes reines Glas zur Herstellung eines derartigen Integrators nimmt.

---

Schwierigkeiten bietet aber die Halterung eines derartigen Lichttunnels oder Mischstabes. Jede Berührung mit der Außenfläche verringert und stört die Totalreflexion, so daß durch Ausstreuen entsprechende Verluste zu befürchten sind.

Das Prinzip der Bilderzeugung, wie es beispielhaft in der Europäischen Patentschrift dargestellt ist, beruht darauf, daß die nach dem Lichttunnel wieder parallelisierten Lichtstrahlen auf mindestens eine LCD-Matrix gerichtet werden.  
25 Zur Bilderzeugung wird die LCD-Matrix beispielsweise mit einer Steuereinrichtung für die Darstellung von Videobildern angesteuert. Im Prinzip könnte man nun ein Videobild mit der von der Dia-Projektion bekannten Technik als Großbild auf einem Schirm abbilden oder ähnlich wie beim

Episkop, bei rückwärtsverspiegelten LCD-Matrixen, das reflektierte Licht projizieren.

Diese Großbildtechnik wird als zukunftsweisend angesehen, da die elektronische Bildröhrentechnik bei sehr großen Bildern nicht mehr einsetzbar ist.

Bei Einsatz des Auflichtprojektionsverfahrens kann man statt der LCD-Matrix auch eine Spiegelmatrix zur Bilderzeugung vorsehen. Eine derartige Matrix ist z.B. als Schaltkreis von der Firma Texas Instruments erhältlich. Bei diesem Schaltkreis werden mehrere matrixartig angeordnete Kippspiegel einer für jeden Bildpunkt, digital gesteuert. In einen der digitalen Zustände reflektiert jeder Kippspiegel die volle Lichtstärke, in dem anderen Zustand empfängt und reflektiert der Spiegel das Licht unter einem Winkel, bei dem es nicht mehr auf den Schirm geworfen werden kann, d.h., bis auf geringe Streuelichtanteile ist der korrespondierende Bildpunkt auf dem Schirm dunkel.

- 15 Die unterschiedliche Lichthelligkeit zur Darstellung eines Grau- oder Farbwertes eines Bildpunktes kann dadurch bewirkt werden, daß die Spiegel mit Pulszügen beaufschlagt werden, wodurch bei jedem Bildpunkt im Zeitmittel nur ein Zwischenwert zwischen voller Lichtintensität und Dunkel im Auge eines Beobachters erfaßt wird.

- 20 Die genannten Großprojektionsverfahren stellen aber sehr hohe Anforderungen an den Lichtintegrator. Bei der Großprojektion kann man sich nämlich keine großen Lichtverluste erlauben, damit eine ausreichende Lichtmenge für ein auf einen Schirm projiziertes Bild vorhanden ist. Wie vorstehend schon deutlich geworden ist, eignet sich dafür im Prinzip nur die Totalreflexion, wobei aber die Lagerung eines Mischstabs Schwierigkeiten bereitet, da sie zu großen  
25 Lichtverlusten führen kann. Weiter ist die Lichtein- und Austrittsfläche einem hohen Energiestrom von Licht ausgesetzt, und kann sich dadurch verfärben. Weiter verringert Staub auf Ein- und/oder Austrittsfläche den Lichtstrom

unvermeidbar und unkontrollierbar. Wegen dieser Nachteile, wäre es äußerst wünschenswert, andere Lichtintegratoren einzusetzen.

Damit die Reflexion nicht gestört wird, wie bei der Totalreflexion, könnte man daran denken, im oben genannten quaderförmigen Stab alle Außenflächen zu verspiegeln. Dann tritt aber ein weiterer Nachteil auf, die Lichtverluste durch das Material und den Spiegel addieren sich.

Um wenigstens Verluste durch das Material auszuschalten, könnte man daran denken, das Licht innerhalb eines innenverspiegelten Hohlraums zu führen. Diese Idee ist jedoch praktisch kaum optimal zu realisieren, denn jeder Fachmann weiß, daß eine gleichmäßige Innenverspiegelung mit ausreichender Spiegelqualität, um Verluste gering zu halten, praktisch nicht realisierbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Integrator zu schaffen, der bezüglich der durchgelassenen Lichtmenge optimiert ist, jedoch nicht die Nachteile eines totalreflektierenden Stabes aufweist.

- 15 Die Aufgabe wird durch ein Herstellungsverfahren für einen Lichtintegrator gelöst, das folgende Schritte zur Bildung eines innenverspiegelten Hohlraums des Integrators aufweist:
- 

- Fertigen von mindestens zwei Teilen, aus denen der Lichtintegrator zusammensetzbar ist und deren als Innenseiten des Hohlraums vorgesehene Flächen freiliegen.
- randloses Verspiegeln mindestens der von als Innenseiten des Hohlraums vorgesehenen Flächen der Teile.
- Zusammensetzen und Befestigen der Teile.

Dadurch entsteht ein erfindungsgemäßer Lichtintegrator zum Homogenisieren eines in einer Eingangsfläche einfallenden und aus einer Ausgangsfläche ausfallenden Lichtbündels, der dadurch gekennzeichnet ist, daß er zur Lichtleitung einen innenverspiegelten Hohlraum aufweist, wobei der

Lichtintegrator aus mindestens zwei Teilen zusammengesetzt ist, deren vor Zusammensetzen freiliegende und nach Zusammensetzen nach innen weisende Flächen mit einer Spiegelschicht versehen sind.

5 Von den vorhergehend diskutierten Alternativen wird also der innenverspiegelte Hohlraum ausgesucht. Wie vorher schon eingehend erläutert wurde, wäre diese Alternative überhaupt nicht vernünftig gewesen und der Fachmann hätte sie gar nicht in Betracht gezogen, da das Innenverspiegeln mit tolerierbaren geringen Verlusten überhaupt nicht möglich gewesen wäre. Vor der Erfindung wäre man einzig darauf angewiesen gewesen, beispielsweise eine Silberschicht im Innenraum aufzudampfen, die aber leicht oxidiert, wenn sie nicht mit einer Schutzschicht versehen wird. Diese Schutzschicht würde auch wieder Absorption verursachen.

15 Insbesondere läßt sich leicht ausrechnen, daß bei 96% Reflexionsgrad und 5 Reflexionen schon 20% des Lichtes im Integrator verlorengehen, wobei es fraglich ist, ob derartiger hoher Reflexionsgrad überhaupt erreichbar ist. Erst durch das erfindungsgemäße Auseinandernehmen des Hohlraums, also die Unterteilung in mindestens zwei Teile des Integrators, wobei die Innenseiten des Hohlraums bei der Verspiegelung frei liegen, wird es möglich, hochverspiegelte Schichten mit 98% Reflexionsgrad, beispielsweise durch  
20 Aufbringen dielektrischer Schichten auf die Metallschicht herzustellen. Bei einem Reflexionsgrad von 98%, wie er dabei durchaus erreichbar ist, erhält man bei 5 Reflexionen über 90% Transmission, muß also nur mit einem Verlust von 10% rechnen.

25 Weiter kann man einen im wesentlichen dielektrischen Spiegel, mit einer eventuell darunterliegenden dünnen Metallschicht als Rückschicht aufbringen, und so die Verluste noch weiter verringern.

Das Licht breitet sich in einem Hohlraumintegrator im wesentlichen in Luft aus, so daß die Verluste allein von den Spiegelschichten bestimmt sind und durch entsprechenden Aufwand beliebig geringe tolerierbare Verluste im Integrator



erreicht werden können. Allerdings könnte das Zusammensetzen der Teile, beispielsweise durch Kleber an den Klebestellen weitere Verluste verursachen. Insbesondere sollte darauf geachtet werden, daß nicht zufälligerweise Kleber auf die Spiegelschichten gerät, da dann der Ausschuß entsprechend groß  
5 würde. Eine Befestigung der Teile aneinander mit einem Kleber oder durch eine Schraubverbindung würde auch zeitaufwendig sein, was den Aufwand zur Herstellung eines derartigen Integrators unnötig erhöhen würde, wenn nicht eine andere Möglichkeit gefunden würde.

Gemäß einer diesbezüglich bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Schritt zum Befestigen durch folgende Unterschritte erfolgt:

- Überziehen der zusammengesetzten Teile mit einem Schrumpfschlauch;
- Schrumpfen des Schlauches, bis zum Erreichen einer geeigneten  
15 Festigkeit des Hohlraumintegrators.

Auf diese Weise ist ein Lichtintegrator gemäß Weiterbildung dadurch gekennzeichnet, daß die Teile durch mindestens einen Schrumpfschlauch  
zusammengehalten sind.

Das Verfahren, Teile mit einem Schrumpfschlauch zu versehen, ist aus der  
20 Elektrotechnik bekannt. Dort wird zum schnellen Isolieren ein Schlauch, der größer als die zu isolierende Stelle, beispielsweise eine Lötstelle, ist, über diese gestülpt. Mit thermischer Behandlung, beispielsweise durch Heißluft, schrumpft der Schlauch und umgibt die beispielhaft genannte Lötstelle vollständig.

Dieses Verfahren wurde bisher ausschließlich zur Isolierung vorgesehen und  
25 hat sich dabei für eine schnelle Arbeitsweise bewährt. Es wird hier erstmals für eine Befestigung eingesetzt.

Dabei zeichnet sich diese Art der Befestigung nicht nur durch leichte und schnelle Handhabung aus. Aufgrund der Elastizität des Schrumpfschlauches verteilt sich automatisch auch der Druck auf die zusammengefügte Teile, die ja vorzugsweise aus Glas hergestellt sind, und es wird somit ein Brechen oder eine andere Beschädigung der Teile vermieden.

Weiter sorgt der Schrumpfschlauch aufgrund seiner elastischen Spannung dafür, daß die zu befestigenden Teile ganz eng aneinander gepreßt werden. Das bedeutet bei Poliergraden, wie sie in der Optik üblich sind, daß praktisch ein lichtdichtes Anliegen der Teile möglich wird. Für Licht innerhalb des Hohlraums besteht dadurch also nur eine geringe Wahrscheinlichkeit in den Bereich zwischen anliegenden Flächen der Teile, aus denen der Lichtintegrator zusammengesetzt ist, zu fallen, wo es zur Beleuchtung dann nicht mehr zur Verfügung stünde. Mit einem Kleber ließe sich dieses Ergebnis nur in geringem Maße erreichen und wäre auch nicht reproduzierbar, da der Abstand der Teile dann im wesentlichen durch die Menge des Klebers bestimmt würde.

Bei Herstellung aus Glas mit Kleben ließen sich beispielsweise nur Lagetoleranzen der Öffnung von  $+0,2$  mm, bei Befestigen mit Kunststoff dagegen von kleiner  $0,05$  mm verwirklichen.

Für eine Befestigung des Schrumpfschlauches werden vor allem zwei Alternativen bevorzugt:

1. Befestigung durch Zusammenhalten der Teile mittels einem mittig zwischen Eingangsfläche und Ausgangsfläche aufgebrachten Schrumpfschlauch.
2. Befestigung durch Zusammenhalten der Teile in der Nähe seiner Ein- und Ausgangsfläche durch zwei den Integrator umfassende Schrumpfschläuche.

Die folgenden Weiterbildungen befassen sich im wesentlichen mit der Formgebung der Teile, um einen möglichst günstigen Integrator bezüglich

Fertigung, Aufwand und Reproduzierbarkeit zu schaffen. Derartige bevorzugte Weiterbildungen sind dadurch gekennzeichnet:

- daß an einem Teil eine Nase vorgesehen ist, die in eine Aussparung des anderen Teils nach Zusammensetzen eingreift.
- 5 - daß die den Hohlraum bildenden Innenseiten und Außenseiten des Lichtintegrators eben sind, der Lichtintegrator die Form eines geometrischen Prismas mit als Aus- und Eintittsflächen vorgesehenen rechteckigen Grund- und Deckflächen hat und die Nase sowie die Aussparung rechteckig, insbesondere quadratisch sind.
- 10 - daß der Lichtintegrator aus zwei T-förmigen und zwei I-förmigen Seitenteilen zusammengesetzt ist.

Vor allem die Nase in der Aussparung sorgt nicht nur für ein reproduzierbares Zusammenfügen sondern vermindert auch einen möglichen Spalt, in dem Licht verlorengehen könnte, wobei der restliche Spalt mittels einer Pressung,  
15 beispielsweise mit dem vorher genannten Schrumpfschlauch, sehr gering gehalten werden kann.

---

Die genannte Formgebung mit rechteckiger Nase bzw. Aussparung vereinfacht vor allem die Fertigung. Insbesondere das Zusammensetzen aus zwei T-förmigen und zwei I-förmigen Seitenteilen vereinfacht das Aufbringen der  
20 Spiegelschichten. Ferner gibt es nur zwei Sorten von Teilen, nämlich die T-förmigen und die I-förmigen, die dann in Massenproduktion einfach gefertigt werden können. Die später gezeigten Ausführungsbeispiele erläutern die günstigste Formgebung der Einzelteile noch einmal detaillierter.

Aufgrund des geringen Lichtverlustes ist insbesondere eine Verwendung  
25 derartiger Integratoren zur Homogenisierung des aus einer Lichtquelle stammenden Lichts, das zur Beleuchtung einer elektronisch ansteuerbaren Matrix zur Darstellung von Bildelementen vorgesehen ist, äußerst vorteilhaft. Während aus dem Stand der Technik schon die Beleuchtung von LCD-

Matrixen bekannt ist, ist erfindungsgemäß auch vorgesehen, daß die Matrix bei einer derartigen Verwendung eine Kippspiegelmatrix ist.

Weitere Besonderheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die  
5 beigefügte Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise eines Lichtintegrators anhand des Beispiels der Projektion mit einer Matrix, insbesondere einer Kippspiegelmatrix;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Integrators;

Fig. 3 Vorderansicht des Integrators von Fig. 2;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Integrator.

In Fig. 1 ist schematisch der Einsatz eines Integrators 2 zum Beleuchten einer  
15 LCD-Matrix oder DMD-Matrix gezeigt, die hier weiterhin als Kippspiegelmatrix bezeichnet wird. Die Anwendung ist nicht auf derartigen Matrixen zur elektronischen Bilddarstellung beschränkt, jedoch ist es bei der Beleuchtung derartiger Matrixen äußerst zweckmäßig, einen derartigen Integrator einzusetzen, da insbesondere eine Kippspiegelmatrix 4 sehr kleine  
20 Abmessungen unter 1mm\*1mm hat, eine Fläche die bei Fokussierung mit hoher Leuchtdichte allein nicht gleichmäßig ausleuchtbar ist, da der Lichtfleck bei Fokussieren des Lichts einer Lampe hoher Leuchtdichte üblicherweise die gleichen Abmessungen aufweist.

Die gesamte in Fig. 1 gezeigte Anordnung ist auf einer einzigen optischen  
25 Achse 6 angeordnet. Auch dies ist nicht beschränkend. Man kann eine derartige Anordnung z.B. Optiken zusammensetzen, deren optische Achsen gegeneinander versetzt sind.

Ein beispielhaft gezeigter Lichtstrahl 8, der mit Hilfe einer mit einem Parabolspiegel versehenen Lampe erzeugt werden kann, wird durch eine Einkoppeloptik 10 in die Eingangsfläche 12 des Integrators 2 eingeleitet. Innerhalb des Integrators 2, der an der Innenseite der Seitenteile 14 verspiegelt ist oder wenn der Integrator 2 aus einem Medium geeigneten Brechungsindexes für Totalreflexion besteht, wird der Lichtstrahl 8 mehrfach hin- und herreflektiert. Dadurch ergibt sich eine pseudostochastische Verteilung der eintretenden Lichtstrahlen 8 in der Lichtaustrittsfläche 16.

Aufgrund der pseudostochastischen Verteilung ist der Lichtstrahl 8 am Ausgang des Integrators stark homogenisiert. Durch eine Auskoppeloptik 18 kann er wieder parallelisiert werden, wie schematisch aus Fig. 1 erkennbar ist. Das so homogenisierte Lichtbündel wird dann auf die Kippspiegelmatrix 4 gerichtet, von wo aus es dann in eine Projektionsoptik geleitet wird, die das durch die Kippspiegel der Kippspiegelmatrix 4 elektronisch erzeugte Bild auf einen Schirm wirft und dadurch einem Beobachter sichtbar macht.

In Fig. 2 ist nun ein erfindungsgemäßer Integrator 2 gezeigt, der insbesondere für die Anwendung mit einer Kippspiegelmatrix 4 vorteilhaft ist. Der Integrator 2 ist ein Hohlraumintegrator, der auf den Innenseiten der Seitenteile 14, 14' verspiegelt ist. Ein Hohlraumintegrator zeichnet sich vor allen Dingen dadurch aus, daß die Eintrittsfläche 12 und die Austrittsfläche 16 thermisch unbelastet bleiben, so daß dort keine Verfärbungen bei hoher Lichtleistung auftreten oder sich Staubkörner absetzen können. Ein Integrator 2, der als Hohlraumintegrator ausgeführt ist, ist bei der Verwendung kleiner Kippspiegelmatrixen besonders vorteilhaft, da dort insbesondere hohe Leuchtdichten zur Anwendung kommen.

Um ihn einfach innenverspiegeln zu können, ist der Hohlraumintegrator aus vier Teilen zusammengesetzt, zwei T-förmigen 14' und 2 I-förmigen 14. Die Anordnung und Form der Teile ist insbesondere auch aus Fig. 3 erkennbar. Die T- und I-förmigen Teile sind so geformt und zusammengepaßt, daß sie keine Scherbewegung gegeneinander zulassen. Man könnte auch eine andere Formgebung der Teile wählen und diese in Art von Nut/Feder mit einer

Aussparung zusammenpassen, um immer die exakte rechtwinkelige Geometrie zu gewährleisten. Aufgrund der dargestellten I-förmigen Teile 14 und der T-förmigen Teile 14', bei der eine Ecke 20 des I-förmigen Teils exakt in einer Aussparung 22 der T-förmigen Teils paßt, ist jedoch immer ein besonders guter  
5 Halt gewährleistet, wobei ein Verkanten aber nicht zum Brechen des Materials führen kann.

Der gesamte Integrator 2 wird durch einen Schrumpfschlauch 24 zusammengehalten.

Ein Herstellungsverfahren für einen in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigten Integrator ist dementsprechend relativ einfach. Die Einzelteile 14 und 14' werden beispielsweise aus Kunststoff im Spritzgußverfahren aus Glas o.ä. gefertigt und an den Innenseiten randlos verspiegelt. Zum Verspiegeln eignet sich Silber wegen des hohen Reflexionsgrades besonders. Bei Reflexionsgraden, die wesentlich höher als 96% sein sollten, ist aber zweckmäßig noch eine  
15 dielektrische Spiegelschicht vorzusehen, die gleichzeitig als Schutzschicht dienen kann.

Das Verspiegeln erfolgt im wesentlichen randlos, so daß beim Ineinanderpassen gemäß Fig. 3 alle zur Innenseite offen liegenden Flächen der Teile 14 und 14' mit hohem Reflexionsgrad verspiegelt sind. Nach Zusammenfügen wird ein Schrumpfschlauch 24 darübergestülpt. Durch thermische Behandlung schrumpft dieser Schlauch und hält die Teile 14 und 14' auch aufgrund der Ecke 20, die in die Aussparung 22 paßt, mit größter möglicher Stabilität zusammen. Die Elastizität des Schrumpfschlauches erlaubt ein einfaches Zusammenfügen, insbesondere auch im Hinblick auf das  
25 Verringern einer Brechgefahr beim Befestigen, wenn die Teile 14, 14' wie üblich aus zerbrechlichem Material, insbesondere Glas, hergestellt sind.

In Fig. 4 ist ein ähnlicher Integrator wie in Fig. 2 gezeigt, jedoch mit zwei leichten Änderungen. Erstens sind statt eines einzigen Schrumpfschlauches 24 zwei Schrumpfschläuche 24' und 24'' vorgesehen, die insbesondere an den

Enden einen verbesserten Halt gewähren. Zweitens ist im Bereich der Eingangsfläche 12 eine Aussparung 26 freigehalten, um die Kompaktheit einer praktisch ausgeführten Vorrichtung gemäß Fig. 1 zu steigern. In der Aussparung 26 fand im Ausführungsbeispiel ein sonst störenden Schraubenkopf Platz. Der Lichtverlust einer derartigen Aussparung ist entsprechend gering, wenn die durch die Einkoppeloptik 10 erzielten Winkel groß genug sind, damit diese Aussparung 26 außerhalb der ersten Reflexion liegt.

Außerdem ist aus Fig. 4 zu ersehen, daß auch andere Formen als zwei T-förmige und zwei I-förmige Teile 14, 14' möglich sind.

Dazu ist auszuführen, daß sich die Erfindung sogar auch verwirklichen läßt, wenn nur zwei rechtwinkelige Teile mit entsprechenden Aussparungen zusammengefügt werden. Insbesondere bei der Fertigung aus Glas ist jedoch die Ausgestaltung aus vier Teilen wesentlich günstiger, da immer ebene Flächen vorliegen, die entsprechend genau geschliffen und poliert werden können.

Die vorhergehenden Ausführungsbeispiele veranschaulichten vor allen Dingen die Einfachheit des Aufbaus und damit ein wenig aufwendiges Herstellungsverfahren für einen derartigen Integrator 2. Weiter wird der Fachmann sofort einige Änderungsmöglichkeiten erkennen, die innerhalb des Bereichs der Erfindung liegen. Beispielsweise kann man statt einem einzigen Schrumpfschlauch 24 auch zwei oder drei Schrumpfschläuche verwenden. Außerdem kann die Formgebung der Teile 14 und 14' entsprechend abgewandelt werden, indem beispielsweise eine Nut/Federverbindung zwischen den Teilen vorgesehen wird.

Derartige Änderungen sind möglich. Die Ausführungsbeispiele von Fig. 2 bis Fig. 4 werden jedoch besonders bevorzugt, u.a. auch deswegen, weil beispielsweise eine Nut/Federverbindung beispielsweise bei falschem Einsetzen die Bruchgefahr an den Rändern der Nut bzw. den Ecken der Feder

erhöhen würden. Die dargestellten Beispiele sind auch für ein einfaches und schnelles Zusammensetzen der Teile 14 und 14' beim Fertigen des Integrators 2 besonders optimiert.



Carl Zeiss Jena GmbH  
(Anwaltsakte: Pat 1250/76-99)

München, den  
25. August 1999  
Fr/ja

5

### Ansprüche

10

1. Herstellungsverfahren für einen Lichtintegrator (2), gekennzeichnet durch folgende Schritte zur Bildung eines innenverspiegelten Hohlraums des Integrators (2):

15

- Fertigen von mindestens zwei Teilen (14,14'), aus denen der Lichtintegrator (2) zusammensetzbar ist und deren als Innenseiten des Hohlraums vorgesehene Flächen freiliegen;
- randloses Verspiegeln mindestens der von als Innenseiten des Hohlraums vorgesehenen Flächen der Teile (14,14');

20

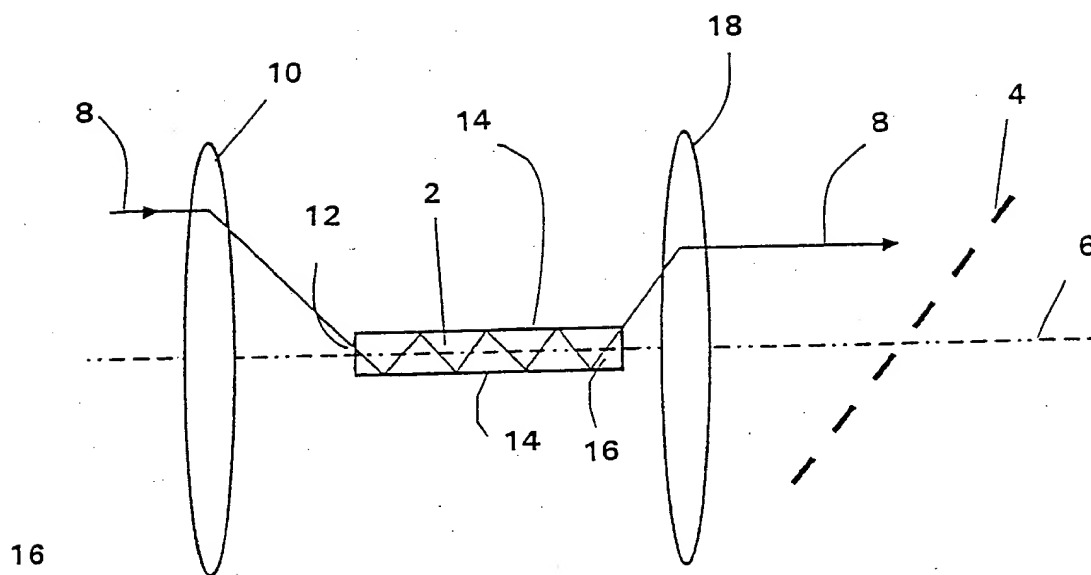
- 
2. Herstellungsverfahren für einen Lichtintegrator (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Befestigen durch folgende Schritte erfolgt:

- Überziehen der zusammengesetzten Teile (14, 14') mit einem Schrumpfschlauch (24,24',24'');
- Schrumpfen des Schlauches, bis zum Erreichen einer geeigneten Festigkeit des Hohlraumintegrators.

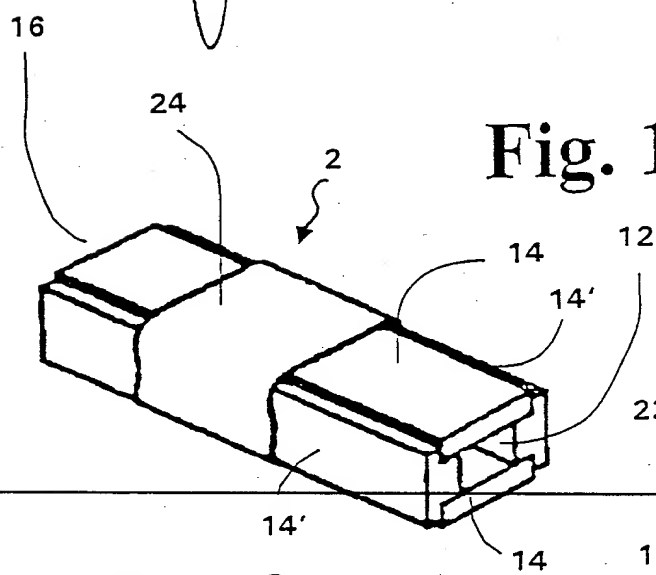
3. Lichtintegrator (2) zum Homogenisieren eines in eine Eingangsfläche (12) einfallenden und aus einer Ausgangsfläche (16) ausfallenden Lichtbündels, dadurch gekennzeichnet, daß er zur Lichtleitung einen innenverspiegelten Hohlraum aufweist, wobei der Lichtintegrator (2) aus mindestens zwei Teilen (14,14') zusammengesetzt ist, deren vor Zusammensetzen freiliegende und nach Zusammensetzen nach innen weisende Flächen mit einer Spiegelschicht versehen sind.
- 5 4. Lichtintegrator (2) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an einem der Teile eine Nase (20) vorgesehen ist, die eine Aussparung (22) der anderen Teile nach Zusammensetzen eingreift.
- 15 5. Lichtintegrator (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die den Hohlraum bildenden Innenseiten und Außenseiten des Lichtintegrators eben sind, der Lichtintegrator (2) die Form eines geometrischen Prismas mit als Aus- und Eintrittsflächen (16,12) vorgesehenen rechteckigen Grund- und Deckflächen hat und die Nase sowie die Aussparung (22) rechteckig, insbesondere quadratisch sind.
6. Lichtintegrator (2) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtintegrator aus zwei T-förmigen (14") und zwei I-förmigen (14) Seitenteilen zusammengesetzt ist.
- 20 7. Lichtintegrator (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Teile (14,14') durch zumindestens einen Schrumpfschlauch (24) zusammengehalten sind.
- 25 8. Lichtintegrator (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß er zum Zusammenhalten der Teile (14,14') einen mittig zwischen Eingangsfläche (12) und Ausgangsfläche (16) aufgebrachten Schrumpfschlauch (24) aufweist.
9. Lichtintegrator (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß er zum Zusammenhalten der Teile (14,14') in der Nähe seiner Ein- und

Ausgangsfläche (12,16) zwei den Lichtintegrator umfassende Schrumpfschläuche (24',24'') aufweist.

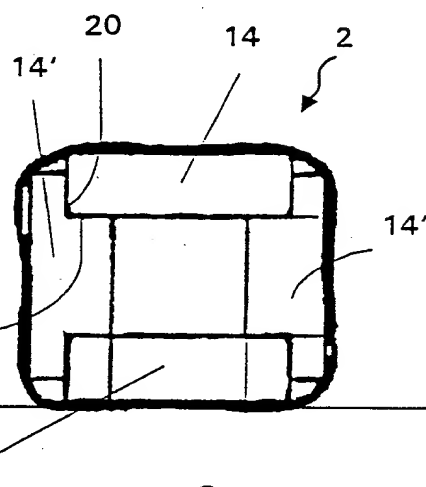
10. Verwendung des Lichtintegrators (2) nach einem der Ansprüche 3 bis 9 zur Homogenisierung des aus einer Lichtquelle stammenden Lichts, das zur Beleuchtung einer elektronisch ansteuerbaren Matrix (4) zur Darstellung von Bildelementen vorgesehen ist.
11. Verwendung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix (4) eine Kippspiegelmatrix ist.



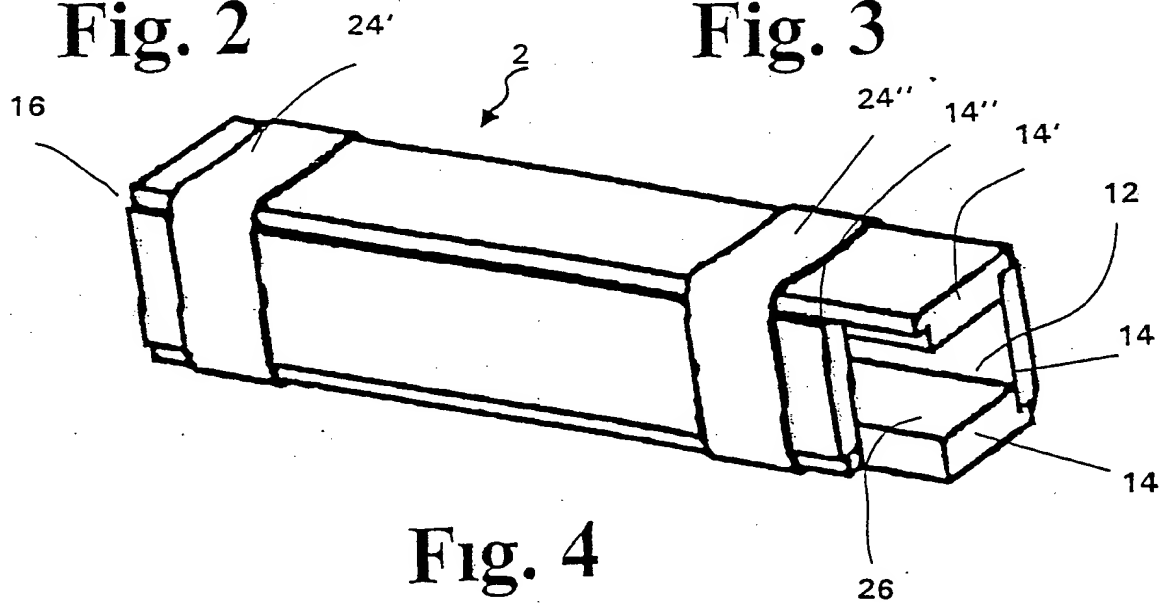
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

Carl Zeiss Jena GmbH  
(Anwaltsakte: Pat 1250/76-99)

München, den  
25. August 1999  
Fr/ja

5

### Zusammenfassung

10

Ein Herstellungsverfahren für einen Lichtintegrator (2) zur Bildung eines innenverspiegelten Hohlraums des Integrators (2) ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

15

- Fertigen von mindestens zwei Teilen (14,14'), aus denen der Lichtintegrator zusammensetzbar ist und deren als Innenseiten des Hohlraums vorgesehene Flächen freiliegen.
- randloses Verspiegeln mindestens der von als Innenseiten des Hohlraums vorgesehenen Flächen der Teile (14,14').
- Zusammensetzen und Befestigen der Teile (14,14').

(Fig. 2)

